

Роль ритмокардиографии в оценке особенностей адаптации лыжников-паралимпийцев с нарушением зрения к условиям спортивной деятельности

О. А. Чурганов, М. Д. Тузлукова

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт физической культуры, Санкт-Петербург, Россия

Резюме. Вивчено особливості варіабельності ритму серця паралімпійців-лижників з вадами зору порівняно з олімпійцями-лижниками. Показано, що адаптація спортсменів з вадами зору до умов спортивної діяльності порівняно зі здоровими спортсменами протікає з більш високим напруженням регуляторних систем на тлі початково низьких резервних і аеробних можливостей організму. Це диктує необхідність прийняття ряду заходів педагогічного і психологічного плану для компенсації відсутньої функції зору, що знизить ступінь напруження систем організму, котрі найбільш задіяні у тренувальному процесі, і дозволить досягти високих спортивних результатів паралімпійців з вадами зору.

Ключові слова: паралімпійці, вади органа зору, ритмокардіографія, варіабельність ритму серця, адаптація, тренувальний процес, спорт.

Summary. Peculiarities of cardiac rhythm variability in paralympic skiers with vision disorders as compared to Olympic skiers have been studied. It has been demonstrated that adaptation of athletes with vision disorders to the conditions of competitive activity occurs at higher tension of regulatory systems in the face of initially lower reserve and aerobic capacities of the body as compared to healthy athletes. This necessitates taking steps of pedagogical and psychological aspects to compensate absent visual function, which will decrease the degree of tension of body systems, most involved in training process, and provide higher sports achievements of paralympic athletes with vision disorders.

Key words: paralympians, vision disorders, rhythmocardiography, cardiac rhythm variability, adaptation, training process, sport.

Постановка проблемы. Сегодня, когда все больше лиц с нарушением зрения начинают заниматься профессиональным спортом, изучение функционирования организма спортсмена в условиях сенсорной недостаточности становится крайне актуальным. Имеет это также и большое прикладное значение ввиду особенностей индивидуализации построения тренировочного процесса на основе исходных данных о функциональных возможностях атлетов с нарушениями зрения.

Полное или частичное нарушение функций зрения вызывает сложности в пространственной ориентации и этим ограничивает атлетов в свободе передвижения. Это отражается на двигательной активности, развитии аэробных способностей, функциональных возможностей, адаптационных качествах индивидуума. Предшествующий занятиям спортом малоподвижный образ жизни вызывает не только мышечную слабость и деформацию скелета, но и гипофункцию внутренних органов, соматовегетативные отклонения и многие другие патофизиологические изменения, играющие роль в формировании спортивно важных качеств.

Для лиц, занимающихся лыжным спортом, крайне важны аэробные способности и адаптационный физиологический потенциал. Ритмокардиография — один из наиболее информативных методов, который через вариабельность сердечного ритма (ВСР) отражает ряд биологических процессов при приспособлении к условиям спортивной деятельности [2, 5, 10], вошедший в обязательный объем инструментальных исследований спортсменов сборных команд России при углубленном медицинском обследовании. Не менее популярен этот метод и в контроле тренировочного процесса спортсменов в зарубежных странах [7–9].

Однако на сегодня в доступных электронных базах литературы — PubMed, EMBASE, CINAHL и SportDiscus и Elibrary.ru. — не удалось найти исследований, которые бы касались особенностей ВСР у паралимпийцев с нарушением зрения. В то же время высокая информативность данного метода в управлении тренировочным процессом при подготовке паралимпийцев с нарушением функции зрения к соревнованиям подчеркивается в работе А. В. Шевцова с соавт. [4].

Цель исследования: изучить особенности variability ритма сердца паралимпийцев-лыжников с поражением зрительного анализатора в сравнении с олимпийцами-лыжниками.

Методы и организация исследования. Обследована группа из 12 высококвалифицированных спортсменов-паралимпийцев (члены сборной команды Российской Федерации) с нарушением зрения, специализирующихся в лыжных гонках (мужчины 19–27 лет). Контрольную группу, репрезентативную по гендерным и возрастным характеристикам и квалификации, составили 19 олимпийцев-лыжников аналогичного пола и возраста. Исследование ВСП проводили утром, в состоянии покоя, в подготовительный период тренировочного цикла в условиях тренировочного сбора с помощью компьютерного анализатора «Кардиометр-МТ» (ЗАО «Микард-Лана», Санкт-Петербург). При анализе пятиминутных ритмограмм учитывали международные рекомендации по интерпретации показателей ВСП [10]. Статистический анализ проводили с использованием программы Statistica 10 с оценкой достоверности различий с помощью непараметрического критерия Манна–Уитни.

Результаты исследования и их обсуждение. С учетом отсутствия нормального распределения большинства показателей ритмокардиографии, их значения в основной и контрольной группах спортсменов представлены в таблице 1 медианами и квартилями (25 и 75 %).

Как видно из данных таблицы 1, в состоянии покоя ритмограмма паралимпийцев с нарушением зрения достоверно отличается от ритмограммы в контрольной группе по основным показателям variability, напряжения систем регуляции и спектральным характеристикам ритма сердца, отражающим степень устойчивости организма к физическим нагрузкам и другим стрессовым факторам спортивной деятельности.

В группе слабовидящих спортсменов variability ритма сердца оказалась достоверно ниже в сравнении с контролем (снижены значения показателей dX, CV, SDNN, RMSSD). На рисунке 1 представлены медианы суммарного показателя variability по данным SDNN и RMSSD в двух группах спортсменов.

Термин «variability» (лат. *variabilis*) означает изменчивость (отклонение от некоего устойчивого варианта) как определенного параметра, так и организма в целом. Естественно, что

ТАБЛИЦА 1 – Данные показателей ритмокардиографии в состоянии покоя у спортсменов основной и контрольной групп

Показатель	Основная группа (n = 12)			Контрольная группа (n = 19)			p
	Медиана	Квартиль 1	Квартиль 3	Медиана	Квартиль 1	Квартиль 3	
Мода Mo, мс	1000,0	875,0	1100,0	1050,0	900,0	1200,0	0,23
Амплитуда моды Aмо, %	36,1	33,2	44,8	24,0	19,0	32,5	0,65
Минимальное значение RR _{мин} , мс	863,0	784,0	930,5	772,0	686,0	826,0	0,1
Максимальное значение RR _{макс} , мс	1121,0	982,0	1247,0	1352,0	1148,0	1446,0	0,27
Разница RR максимального и минимального RR dX, мс	264,0	221,0	284,0	432,0	366,0	676,0	0,001
Коэффициент variability CV, %	5,7	4,9	6,3	7,5	5,4	11,4	0,01
Стандартное отклонение SDNN, мс	56,1	48,7	64,8	81,0	61,0	127,5	0,01
Квадратный корень из суммы квадратов разностей величин последовательных пар интервалов RR RMSSD, мс	53,0	30,5	61,2	77,0	54,4	111,0	0,02
Вегетативный показатель ритма ВПР, усл. ед.	3,8	3,1	5,6	1,9	1,3	3,2	0,05
Показатель адекватности процессов регуляции ПАПР, усл. ед.	37,9	31,1	46,5	23,0	15,0	34,5	0,75
Индекс напряжения ИН, усл. ед.	61,8	56,7	114,9	21,0	12,5	50,0	0,02
Высококачественный спектр HF, мс ²	1126,4	468,5	1504,4	1138,0	489,0	2510,5	0,04
Низкочастотный спектр LF, мс ²	531,6	380,8	1002,4	1962,0	863,5	4506,5	< 0,001
Спектр очень низких частот VLF, мс ²	552,6	365,9	1416,5	1866,0	989,0	2621,0	0,04
Суммарная мощность спектра TP, мс ²	2821,1	1797,2	3779,2	4947,0	2643,0	10973,5	< 0,001
LF/HF усл. ед.	0,7	0,4	1,0	1,8	1,3	2,2	0,09
LF, %	27,5	23,3	30,9	64,1	56,9	68,6	0,4
HF, %	36,8	30,4	46,5	35,9	31,4	43,1	0,5

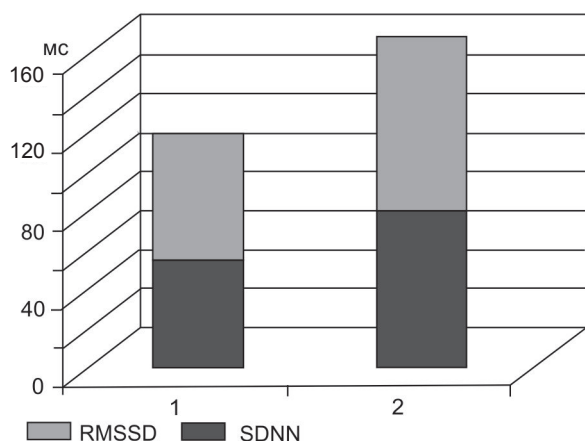


Рисунок 1 – Медианы суммарного показателя variability по данным SDNN и RMSSD в основной (1) и контрольной (2) группах спортсменов ($p < 0,05$)

адаптация организма при высокой variability будет успешнее, в том числе, и к условиям спортивной деятельности. Чарльз Дарвин, изучая изменчивость (variability) биологических видов, пришел к выводу, что «...выживает не самый сильный и не самый умный. Выживает тот, кто умеет приспосабливаться к условиям окружающей среды». Сегодня в условиях неуклонного роста рекордов в спорте, эта способность в значительной мере определяет профессиональное выживание атлетов и способствует росту спортивных результатов [7].

Спектральные характеристики отражают variability ритма, а также тренированность и соревновательную готовность; при перетренированности и функциональной несостоятельности спектральные характеристики в значительной мере снижаются [3], что в определенной степени подтверждается и результатами наших исследований. Суммарная мощность спектра (TP) в основной группе в 1,8 раз меньше, чем в контрольной группе, за счет вклада VLF- и LF- составляющих спектра, что хорошо демонстрируют данные, приведенные на рисунке 2. Это может свидетельствовать не только о снижении ВСР, тренированности и соревновательной готовности паралимпийцев, но и о более низком уровне функционирования стресс-реализующих систем и гуморальных факторов адаптации спортсменов с нарушением зрения в сравнении с контролем [1].

В основной группе средние значения комплексных показателей ритма (ВПР, ПАПР и ИН) также в 2,3 раза выше по сравнению с данными в контрольной группе (рис. 3). Это отражает более выраженное напряжение адаптационных механизмов, систем регуляции организма

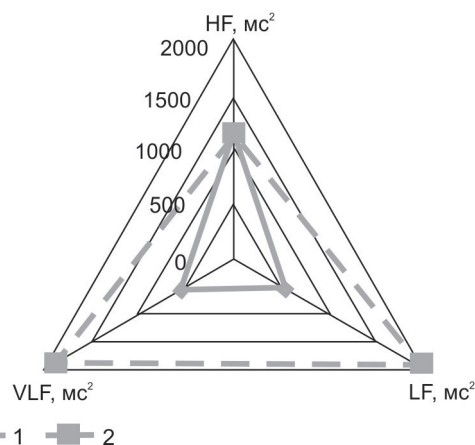


Рисунок 2 – Медианы спектральных характеристик в основной (1) и контрольной (2) группах спортсменов ($p < 0,05$)

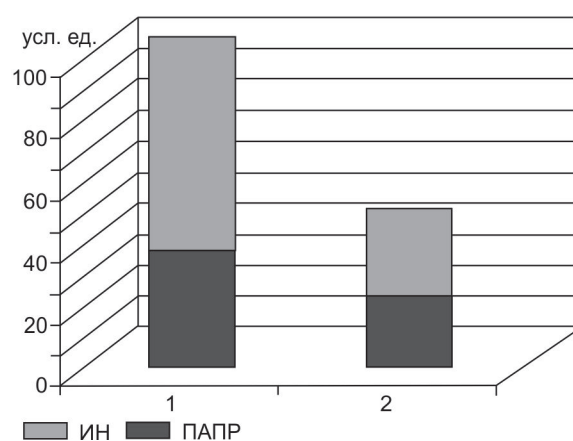


Рисунок 3 – Медианы суммарного показателя напряжения адаптации в основной (1) и контрольной (2) группах спортсменов ($p < 0,05$)

паралимпийцев при осуществлении спортивной деятельности в сравнении с контролем. Чем выше уровень квалификации спортсмена, тем меньше значения комплексных показателей ритма сердца, а их рост свидетельствует о снижении реагирующей способности, восприятии времени и устойчивости внимания спортсменов. Отмечена обратная достоверная зависимость между этими показателями и аэробными способностями атлетов, в том числе специализирующихся в циклических видах спорта – лыжников [1, 3, 6].

Полученные изменения спектра ритмограмм свидетельствуют о более высокой «цене» адаптации к условиям спортивной деятельности паралимпийцев в сравнении со здоровыми спортсменами. Одна из причин таких существенных различий ВСР в основной и контрольной группах спортсменов, с нашей точки зрения, состоит

в том, что компенсация отсутствующего (слабого) зрения происходит за счет напряжения других систем, реализующих адаптацию к условиям спортивной деятельности. Однако низкие аэробные способности, отражением которых является низкая вариабельность ритма сердца, во многом связаны с предшествующим занятиям спортом малоподвижным образом жизни паралимпийцев. Кроме того, в целом уровень тренированности в основной группе, безусловно, ниже, чем в контрольной.

Выводы. Результаты исследования ВСР у паралимпийцев с нарушением функции зрения, специализирующихся в лыжных гонках, показали, что, по сравнению с данными у здоровых представителей данного вида спорта, процесс адаптации к условиям спортивной деятельности протекает с более высоким напряжением регуляторных систем на фоне исходно низких резервных и аэробных возможностей организма. Это диктует необходимость использования определенного алгоритма подготовки для

расширения диапазона адаптации и повышения эффективности тренировочной и соревновательной деятельности паралимпийцев. В частности, обоснованным является увеличение доли тренировок в аэробном режиме, а также тренировка эмоционально-волевой сферы и сохранных анализаторов с целью компенсации отсутствующей функции зрения: вестибулярного аппарата, проприорецепции, тактильного и слухового восприятия, пространственной ориентации. Это в значительной мере снизит степень напряжения организма в тренировочном процессе и позволит достичь более высоких спортивных результатов и избежать перетренированности, развитие которой, по результатам исследования ВСР, более вероятно, по сравнению со здоровыми спортсменами, у паралимпийцев. Следует также подчеркнуть, что ритмокардиография может быть использована в качестве удобного инструмента для индивидуализации построения и контроля за тренировочным процессом у спортсменов с поражением зрения.

Литература

1. Воронина В. Г. Характеристика основных параметров вариабельности сердечного ритма как показатель тренированности лыжников-гонщиков / Г. А. Воронина, Р. И. Сафарова // Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение: тез. докл. IV Всерос. симпоз. с междунар. участием, 19–21 нояб. 2008 г. – Ижевск, 2008. – С. 65–68.
2. Гаврилова Е. А. Прогнозирование аэробных способностей высококвалифицированных лыжников по данным вариационной пульсометрии / Е. А. Гаврилова, О. А. Чурганов // Вестн. спорт. науки. – № 4. – С. 3–6.
3. Гаврилова, Е. А. Ритмокардиография в оценке, прогнозе и мониторинге работоспособности у спортсменов / Е. А. Гаврилова // Методы оценки и повышения работоспособности у спортсменов: материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И. И. Мечникова, 2013. – С. 18–19.
4. Инновационный подход к оценке уровня тренированности легкоатлетов-паралимпийцев с нарушением зрения в беговых видах / А. В. Шевцов, И. Н. Ворошин, В. Д. Емельянов и др. // Адапт. физ. культура. – 2010. – Т. 43. – С. 26–28.
5. Калиниченко И. А. Использование анализа вариабельности сердечного ритма в оценке адаптированности организма спортсменов различной квалификации к соревновательным нагрузкам / И. А. Калиниченко, О. А. Скиба // Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое применение: материалы Всерос. симпоз. с междунар. участием, 26–28 октяб. 2011 г. – Ижевск, 2011. – С. 265–266.
6. Кузнецова И. А. Вегетативная регуляция сердечного ритма и успешность соревновательной деятельности стайеров / И. А. Кузнецова, С. И. Кудинова // Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и практическое

References

1. Voronina V. G. Characteristics of major parameters of cardiac rhythm variability as the index of racing skiers' training status / G. A. Voronina, R. I. Safarova // Cardiac rhythm variability: theoretical aspects and practical application: proceedings of the IV All-Russian Symposium with international participation, 19–21 November 2008. – Izhevsk, 2008. – P. 65–68.
2. Gavrilova E. A. Prediction of aerobic capacities of highly skilled skiers according to data of variation pulsometry / E. A. Gavrilova, O. A. Churganov // Vestnik sport. nauki. – 2012. – N 4. – P. 3–6.
3. Gavrilova E. A. Rhythmocardiography in estimation, prediction and monitoring of athletes' work capacity / E. A. Gavrilova // Methods of estimation and improvement of athletes' work capacity: proceedings of All-Russian scientific and practical conference with international participation. – Saint Petersburg: Publishing House of SZSMU named after I. I. Mechnikov, 2013. – P. 18–19.
4. Innovative approach to estimation of training status level of Paralympic track and field athletes with vision disorders in running events / A. V. Shevtsov, I. N. Voroshin, V. D. Yemelianov et al. // Adapt. fiz. kultura. – 2010. – Vol. 43. – P. 26–28.
5. Kalinichenko I. A. Usage of analysis of cardiac rhythm variability in estimation of adaptation of athletes of different skill levels to competitive loads / I. A. Kalinichenko, O. A. Skiba // Cardiac rhythm variability: theoretical aspects and practical application: proceedings of All-Russian Symposium with international participation, 26–28 October 2011. – Izhevsk, 2011. – P. 265–266.
6. Kuznetsova I. A. Vegetative regulation of cardiac rhythm and successful competitive activity of long-distance runners / I. A. Kuznetsova, S. I. Kudinova // Cardiac rhythm variability: theoretical aspects and practical application: pro-

применение: тез. докладов IV Всерос. симпозиума с международ. участием, 19 – 21 нояб. 2008 г. – Ижевск, 2008. – С. 164–167.

7. Cardiac autonomic profile in different sports disciplines during all-day activity / J. Sztajzel, M. Jung, K. Sievert // J. Sports. Med. Phys. Fitness. – 2008. – Vol. 48, N 4. – P. 495–501.

8. Leti T. Interest of analyses of heart rate variability in the prevention of fatigue states in senior runners / T. Leti, V. A Bricout // Auton. Neurosci. – 2013. – Vol. 12, N 73. – P. 14–21.

9. Night and postexercise cardiac autonomic control in functional overreaching / O. Dupuy, L. Bherer, M. Audiffren, L. Bosquet // Appl. Physiol. Nutr. Metab. – 2013. – Vol. 38, N 2. – P. 200–208.

10. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards' of Measurement. Physiological interpretation and clinical use // Circulation. – 1996. – Vol. 93. – P. 1043–1065.

e-mail: Churganov@inbox.ru
gavrilovamd@mail.ru

ceedings of the IV All-Russian Symposium with international participation, 19–21 November 2008. – Izhevsk, 2008. – P. 164–167.

7. Cardiac autonomic profile in different sports disciplines during all-day activity / J. Sztajzel, M. Jung, K. Sievert // J. Sports. Med. Phys. Fitness. – 2008. – Vol. 48, N 4. – P. 495–501.

8. Leti T. Interest of analyses of heart rate variability in the prevention of fatigue states in senior runners / T. Leti, V. A Bricout // Auton. Neurosci. – 2013. – Vol. 12, N 73. – P. 14–21.

9. Night and postexercise cardiac autonomic control in functional overreaching / O. Dupuy, L. Bherer, M. Audiffren, L. Bosquet // Appl. Physiol. Nutr. Metab. – 2013. – Vol. 38, N 2. – P. 200–208.

10. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards' of Measurement. Physiological interpretation and clinical use // Circulation. – 1996. – Vol. 93. – P. 1043–1065.

Поступила 15.04.2014